

УДК 574.58(282.256.341)

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ
ИНВАЗИОННОГО ВИДА *HORDEUM JUBATUM* L.
(POACEAE, LILIOPSIDA) НА ЮЖНОМ УРАЛЕ**

**Л. М. Абрамова, А. Н. Мустафина, Я. М. Голованов,
З. М. Баймурзина, А. В. Крюкова**

*Южно-Уральский ботанический сад-институт
Уфимского федерального исследовательского центра РАН
Россия, 450080, Уфа, Менделеева, 195/3
E-mail: alfverta@mail.ru*

Поступила в редакцию 19.04.2018 г., после доработки 17.11.2018 г., принята 25.11.2018 г.

Абрамова Л. М., Мустафина А. Н., Голованов Я. М., Баймурзина З. М., Крюкова А. В. Некоторые особенности биологии и экологии инвазионного вида *Hordeum jubatum* L. (Poaceae, Liliopsida) на Южном Урале // Поволжский экологический журнал. 2019. № 1. С. 3 – 16. DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-1-3-16>

Представлены результаты изучения инвазионного вида ячменя гривастого (*Hordeum jubatum* L.) в разных эколого-географических условиях Южного Урала. Исследовано 32 ценопопуляции (ЦП) вида в Башкирском Предуралье и Зауралье, Оренбургской и Челябинской областях. Выявлено, что изученные популяции относятся к нескольким типам растительных сообществ: ассоциация *Polygono avicularis-Hordeetum jubati* Abramova, Golovanov 2016, дериватное сообщество *Hordeum jubatum-Juncus gerardii* [*Scorzonero-Juncetalia gerardii*], дериватное сообщество *Hordeum jubatum-Poa pratensis* [*Cynosurion*], дериватное сообщество *Hordeum jubatum* [*Artemisietea vulgaris/Stellarietea mediae*]. Изучение основных морфометрических параметров показало, что лидирует ненарушенная ценопопуляция Оренбургской области (ЦП Заморское-1), где сформировались наиболее благоприятные для вида условия произрастания. Наиболее вариативные морфометрические признаки между популяциями следующие: количество генеративных побегов, длина листа и количество семян. В 17 процветающих ценопопуляциях отмечено преобладание особей высшего класса, они приурочены к ненарушенным или слабо нарушенным местообитаниям, 1 ценопопуляция отнесена к равновесным, остальные – депрессивные. По результатам кластерного анализа в наибольшей степени отличны от всего массива данных 3 ценопопуляции, расположенные в разных географических зонах и имеющие максимальные или минимальные значения по большинству морфометрических параметров. Необходим дальнейший мониторинг очагов инвазии и распространения *Hordeum jubatum* по территории Южного Урала.

Ключевые слова: *Hordeum jubatum*, инвазионный вид, Южный Урал, морфометрические параметры, виталитетная структура.

DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-1-3-16>

ВВЕДЕНИЕ

Инвазионные виды растений занимают особое положение среди большого количества сорных растений из-за высокой вредоносности. В отсутствие сдерживающих факторов они дают вспышку численности, что может привести к вытесне-

нию аборигенных видов растений и, соответственно, снижению биоразнообразия. Биологические инвазии сегодня происходят в региональном и общемировом масштабах, они признаны одними из ведущих факторов преобразования современных природных экосистем и находят отражение во многих мировых исследованиях (Pyšek, Richardson, 2010; Schrader et al., 2010; Stohlgren et al., 2011; Richardson, Pyšek, 2012; Chytrý et al., 2012; Fridley, 2013; Alexander et al., 2016; Braun et al., 2016; Pergl et al., 2016; Pyšek et al., 2017; Wagner et al., 2017). Значительный ущерб от инвазий в сельском, лесном и водном хозяйстве и отрицательное воздействие на биоразнообразие экосистем вызывают всеобщую озабоченность и требуют срочных мер по сдерживанию этого процесса (Абрамова, Голованов, 2016 а, б).

Показателем устойчивости любой популяции, включая инвазионные, является жизненное состояние составляющих ее особей. Жизненное состояние особей – «концентрированный показатель условий среды – как экологических, так и ценологических» (Проскуракова, 1968). Чем больше условия среды соответствуют экологическому оптимуму вида, тем выше жизненное состояние особей и тем больше генеративных растений в составе популяции, так как в оптимальных условиях молодые особи развиваются быстрее и достигают половозрелого состояния раньше (Работнов, 1950). Дифференциация особей по их жизнестойкости, или виталитету, является одной из форм определения внутренней гетерогенности популяций (Злобин, 1989).

Большое значение оценка виталитетной структуры популяций имеет для инвазионных растений, поскольку она показывает степень адаптации в новых условиях обитания чужеродных видов, пришедших на ту или иную территорию из других регионов. Чем пластичнее вид и чем больше его экологическая амплитуда, т.е. шире диапазон условий, в которых он может произрастать, тем легче он натурализуется и распространяется в антропогенно нарушенных или даже естественных сообществах.

Одним из активно прогрессирующих на территории Южного Урала инвазионных видов является североамериканский ячмень гривастый (*Hordeum jubatum* L.), быстро расселяющийся не только в нарушенных местообитаниях, но и внедряющийся в природные сообщества. Данный вид включен в Черный список (black-list) флоры Республики Башкортостан (РБ) (Абрамова, Голованов, 2016 а) и Черную книгу флоры Средней России (Виноградова и др., 2010). До 2000 г. в РБ было известно всего несколько локалитетов вида, но, начиная с этого времени, ячмень гривастый начал активную экспансию территории. Короткий период вегетации и устойчивость к засухе позволили ему натурализоваться в сухих степях, а устойчивость к засолению – на солончаковых лугах, где он все чаще выступает как основной засоритель сбитых пастбищ, формируя устойчивые монодоминантные ценозы, состоящие почти исключительно из ячменя гривастого. При этом образуются обширные площади бросовых, непригодных к хозяйственному использованию земель (рис. 1 – 3), так как ячмень – не поедаемое большинством видов сельскохозяйственных животных растение, и даже наличие его в кормах может вызывать раздражение пищеварительного тракта и язвы (Виноградова и др., 2010).

Изучение *Hordeum jubatum* проводится нами с 2015 г. по настоящее время (Баймурзина и др., 2016, 2017). При этом были исследованы инвазионные популяции вида в Башкирском Предуралье и Зауралье, горно-лесной зоне Южного Урала и прилегающих районах Челябинской и Оренбургской областей. Выявлено, что данный инвазионный вид широко представлен во многих населенных пунктах, а также натурализовался на сырых и солончаковатых лугах по берегам рек, вокруг озер и водохранилищ Южного Урала. В общей сложности было обследовано 32 ценопопуляции (ЦП) вида.

Целью работы было изучение изменчивости основных морфометрических параметров *Hordeum jubatum* и выявление жизненного состояния в разных эколого-географических условиях Южного Урала. Задачи: изучение морфометрических параметров вида, выявление детерминирующего комплекса признаков, оценка виталитетной структуры ценопопуляций.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

По природным условиям территорию Южного Урала можно разделить на западную – Предуральскую часть, Горный Урал, и восточную – Зауральскую часть. В северной части региона среднегодовое количество осадков 450 – 550 мм, среднегодовая температура воздуха 1.0 – 2.5°C, гидротермический коэффициент 1.0 – 1.45, безморозный период 95 – 100 дней. В горно-лесной зоне осадки составляют 500 – 600 мм, температура воздуха 1.0 – 2.0°C, гидротермический коэффициент 1.3 – 1.6, безморозный период 80 – 100 дней. В южной части региона осадков меньше – 300 – 500 мм, температура воздуха выше – 2.5 – 3.5°C, гидротермический коэффициент 0.65 – 1.0, безморозный период 110 – 140 дней (Атлас..., 2005).



Рис. 1. Сообщества с доминированием *Hordeum jubatum* на пастбище (Республика Башкортостан, Давлекановский район, д. Алга)



Рис. 2. Натурализация *Hordeum jubatum* на солончаковатом лугу (Республика Башкортостан, Давлекановский район, оз. Аслыкуль)

Изучение морфометрических параметров *Hordeum jubatum* проводилось по методу В. Н. Голубева (Голубев, 1962) на 25 средневозрастных генеративных растениях из каждой ЦП. Учитывались следующие основные параметры: число генеративных побегов на 1 растение, шт. – Ngs ; высота генеративного побега, см – h ; число листьев на одном генеративном побеге, шт. – Nl ; длина листа, см – Ll ; ширина листа, см – Sl ; длина ости, см – La ; длина соцветия, см – Li ; число семян на один побег, см – Ns .



Рис. 3. Придорожные олуговельные сообщества с доминированием *Hordeum jubatum* (Челябинская область, Агаповский район, с. Наровчатка)

признаков были проведены факторный и корреляционный анализы. Составлены виталитетные спектры, отражающие соотношения растений высшего (а), промежуточного (b) и низшего (c) классов виталитета (Злобин, 1989), а также определен индекс качества и типы ЦП: процветающие, равновесные, депрессивные.

Статический анализ провели в MS Excel 2010. В кластерном анализе в качестве меры различия выборок использовали Евклидово расстояние, дендрограмму строили по методу одиночной связи (Халафян, 2008).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованные ЦП *Hordeum jubatum* произрастают в нескольких типах сообществ (табл. 1). Дериватное сообщество *Hordeum jubatum-Juncus gerardii* [*Scorzonero-Juncetalia gerardii*] представляет собой результат инвазии *Hordeum jubatum* в естественные солонцеватые местообитания Южного Урала. Сообщества широко распространены на юге Башкирского Зауралья и в Оренбургской области, редко – в Башкирском Предуралье. Травостой достаточно плотный (70 – 95%) и наряду с видом-доминантом – *Hordeum jubatum*, сложен типичными галофитами: *Festuca regeliana*, *Glaux maritima*, *Juncus gerardii*, *Puccinellia distans*, *Taraxacum bessarabicum*, *Triglochin maritimum*. Ассоциация *Polygono avicularis-Hordeetum jubati* Абрамова, Golovanov 2016, которая была впервые описана нами на территории Южного Урала (Абрамова, Голованов, 2016 б) и приурочена преимущественно к обочинам дорог и окраинам населенных пунктов. Сообщества ассоциации встречаются в южной и центральной частях Башкирского Предуралья и Зауралья. Общее проективное покрытие варьирует от 75 до 90%. Травостой сложен в основном синантропными видами, адаптированными к фактору вытаптывания (*Atriplex tatarica*, *Lepidium ruderale*, *Plantago major*, *Polygonum aviculare*, *Taraxacum*

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ИНВАЗИОННОГО ВИДА

officinale). Дериватное сообщество *Hordeum jubatum-Poa pratensis* [Cynosurion] характерно для северной части Башкирского Предуралья, Челябинской области и Горно-лесной зоны. Оно формируется при инвазии ячменя гривастого в сбитые луговые ценозы в населенных пунктах. Наряду с видом-доминантом в состав травостоя входят такие луговые виды, как *Achillea millefolium*, *Agrostis tenuis*, *Bromopsis inermis*, *Festuca pratensis*, *Poa pratensis*, *Trifolium pratense* и др. Общее проективное покрытие варьирует от 70 до 95%. Изредка *Hordeum jubatum* произрастает в сильно нарушенных мусорных местообитаниях с высокой долей синантропных видов растений, они выделены в качестве дериватного сообщества *Hordeum jubatum* [Artemisietea vulgaris / Stellarietea mediae]. Общее проективное покрытие в них варьирует от 80 до 85%.

Таблица 1

Фитоценотическая приуроченность исследованных ценопопуляций *Hordeum jubatum*

Район	№ ЦП	Название ценопопуляции	Общее проективное покрытие, %	Сообщество	Характер нарушения
1	2	3	4	5	6
Башкирское Предуралье	1	Карманово	95	Д.с. <i>Hordeum jubatum-Poa pratensis</i> [Cynosurion]	Вытаптывание
	2	Нефтекамск-1	80	Д.с. <i>Hordeum jubatum-Poa pratensis</i> [Cynosurion]	То же
	3	Нефтекамск-2	70	Д.с. <i>Hordeum jubatum-Poa pratensis</i> [Cynosurion]	»
	4	Буздяк	90	Д.с. <i>Hordeum jubatum-Poa pratensis</i> [Cynosurion]	»
	5	Ленинский	95	Д.с. <i>Hordeum jubatum-Poa pratensis</i> [Cynosurion]	»
	6	Аслыкуль	80–95	Д.с. <i>Hordeum jubatum-Juncus gerardii</i> [Scorzonero-Juncetalia gerardii]	Рекреация, выпас
	7	Алга	90–95	Акц. <i>Polygono avicularis-Hordeetum jubati</i>	Вытаптывание
	8	Давлеканово	85–95	Акц. <i>Polygono avicularis-Hordeetum jubati</i>	То же
	9	Раевский	90	Д.с. <i>Hordeum jubatum</i> [Cynosurion]	»
Башкирское Зауралье	10	Сибай-1	75	Акц. <i>Polygono avicularis-Hordeetum jubati</i>	»
	11	Сибай-2	75	Акц. <i>Polygono avicularis-Hordeetum jubati</i>	»
	12	Баймак	75–85	Д.с. <i>Hordeum jubatum</i> [Cynosurion]	»
	13	Семеновск-1	85	Акц. <i>Polygono avicularis-Hordeetum jubati</i>	»
	14	Семеновск-2	80	Д.с. <i>Hordeum jubatum-Juncus gerardii</i> [Scorzonero-Juncetalia gerardii]	Выпас
	15	Семеновск-3	75–85	Акц. <i>Polygono avicularis-Hordeetum jubati</i>	То же
	16	Баишево-1	80	Д.с. <i>Hordeum jubatum-Juncus gerardii</i> [Scorzonero-Juncetalia gerardii]	Нет нарушения
	17	Баишево-2	80	Д.с. <i>Hordeum jubatum</i> [Artemisietea vulgaris / Stellarietea mediae]	Антропогенное загрязнение
	18	Ургазы	80	Д.с. <i>Hordeum jubatum-Poa pratensis</i> [Cynosurion]	Выпас
Горно-лесная зона Башкирии	19	Бакаловка	70–75	Д.с. <i>Hordeum jubatum-Juncus gerardii</i> [Scorzonero-Juncetalia gerardii]	То же
	20	Учалы	80	Д.с. <i>Hordeum jubatum-Poa pratensis</i> [Cynosurion]	Вытаптывание
	21	Инзер	75	Д.с. <i>Hordeum jubatum-Poa pratensis</i> [Cynosurion]	То же
	22	Белорецк-1	80–85	Д.с. <i>Hordeum jubatum-Poa pratensis</i> [Cynosurion]	»
	23	Белорецк-2	70	Д.с. <i>Hordeum jubatum-Poa pratensis</i> [Cynosurion]	»

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Оренбургская область	24	Заморское-1	80–85	Д.с. <i>Hordeum jubatum</i> - <i>Juncus gerardii</i> [<i>Scorzonero-Juncetalia gerardii</i>]	Нет нарушения
	25	Заморское-2	90	Асс. <i>Polygono avicularis</i> - <i>Hordeetum jubati</i>	Вытаптывание
	26	Ириклинский	80	Д.с. <i>Hordeum jubatum</i> - <i>Juncus gerardii</i> [<i>Scorzonero-Juncetalia gerardii</i>]	Выпас
	27	Старохалилово	75–80	Д.с. <i>Hordeum jubatum</i> - <i>Juncus gerardii</i> [<i>Scorzonero-Juncetalia gerardii</i>]	То же
Челябинская область	28	Октябрьский	80–90	Д.с. <i>Hordeum jubatum</i> - <i>Poa pratensis</i> [<i>Cynosurion</i>]	»
	29	Уйское	75–80	Д.с. <i>Hordeum jubatum</i> - <i>Poa pratensis</i> [<i>Cynosurion</i>]	Вытаптывание
	30	Верхнеуральск	70	Д.с. <i>Hordeum jubatum</i> - <i>Poa pratensis</i> [<i>Cynosurion</i>]	Выпас
	31	Спасское	85	Д.с. <i>Hordeum jubatum</i> - <i>Poa pratensis</i> [<i>Cynosurion</i>]	То же
	32	Наровчатка	85	Д.с. <i>Hordeum jubatum</i> [<i>Artemisietea vulgaris</i> / <i>Stellarietea mediae</i>]	»

При изучении состояния ЦП инвазивных видов немалое значение имеет анализ изменчивости качественных и количественных признаков (Синская, 1963). На основании полученных средних значений основных морфометрических параметров в 32 ценопопуляциях *Hordeum jubatum* были составлены радиальные диаграммы – морфограммы (рис. 4). Морфограммы позволяют визуально сопоставлять сходство и различия морфологической структуры особей из разных популяций. В зависимости от условий произрастания у особей может изменяться не только размер отдельных структур, но и их число (число генеративных побегов, число листьев и др.).

Как видно из рис. 4, наиболее вариативными морфометрическими признаками между популяциями оказались такие параметры, как количество генеративных побегов, длина листа и количество семян. Между остальными признаками значительных различий выявлено не было. Наибольшее количество генеративных побегов наблюдается в ЦП 6 и 22, наименьшее – ЦП 32 и 10. В последней популяции, подверженной влиянию антропогенного воздействия, также наблюдаются минимальные показатели по длине ости, соцветию и количеству семян. По высоте генеративного побега выявлено, что этот признак немного выше в ненарушенной ЦП 24, в которой также максимальны длина листа и соцветия. По количеству листьев отличаются ЦП 23 и 30, где этот признак более высокий, минимален он в ЦП 25. Наибольшее количество семян наблюдается в ЦП 22, наименьшее – ЦП 10 и 21.

К одному из эффективных приемов классификации, позволяющему разбить совокупность объектов на группы, в пределах которых сходство по признакам классификации наибольшее, относится кластерный анализ. Результаты кластерного анализа (древовидная кластеризация) по средневыворочным значениям морфометрических параметров растений представлены на рис. 5. Изученные ценопопуляции *H. jubatum* на расстоянии 13.8 разделились на наиболее обособленную ЦП 21 и остальные группы популяций. ЦП 21 расположена в горно-лесной зоне, в ней практически отсутствуют особи высшего класса, что говорит о низких показателях по большинству морфометрических параметров. Второй кластер на расстоянии 10.7 выделяет ЦП 12, и третий кластер на расстоянии 10.3 расходит на ненару-

шенную ЦП 24 и оставшиеся популяции. ЦП 12 и 24 имеют мощные по габитусу растения с максимальными значениями по большинству морфометрических параметров и отличаются высоким жизненным состоянием. Остальные ценопопуляции на расстоянии 9.0 объединяются в две группы. В первой группе пять ценопопуляций, характеризующихся низким жизненным состоянием и минимальными морфометрическими параметрами. Вторая группа объединяет ЦП 22 и оставшиеся популяции, которые образуют еще несколько более мелких кластеров. Эти кластеры в основном объединяют популяции, произрастающие в сходных экологических условиях в одной климатической зоне.

Факторный и корреляционный анализы позволили выделить среди исследованных параметров *Hordeum jubatum* детерминирующий комплекс признаков: высота генеративного побега и длина соцветия, которые были использованы для оценки виталитетного спектра ценопопуляций. Результаты распределения особей вида по классам виталитета в ценопопуляциях представлены в табл. 2.

Жизненное состояние ЦП *Hordeum jubatum* меняется в разных экотопах. В большинстве ЦП отмечено преобладание особей высшего и промежуточного классов, и они отнесены к категории процветающих. Индекс качества ЦП здесь максимален и

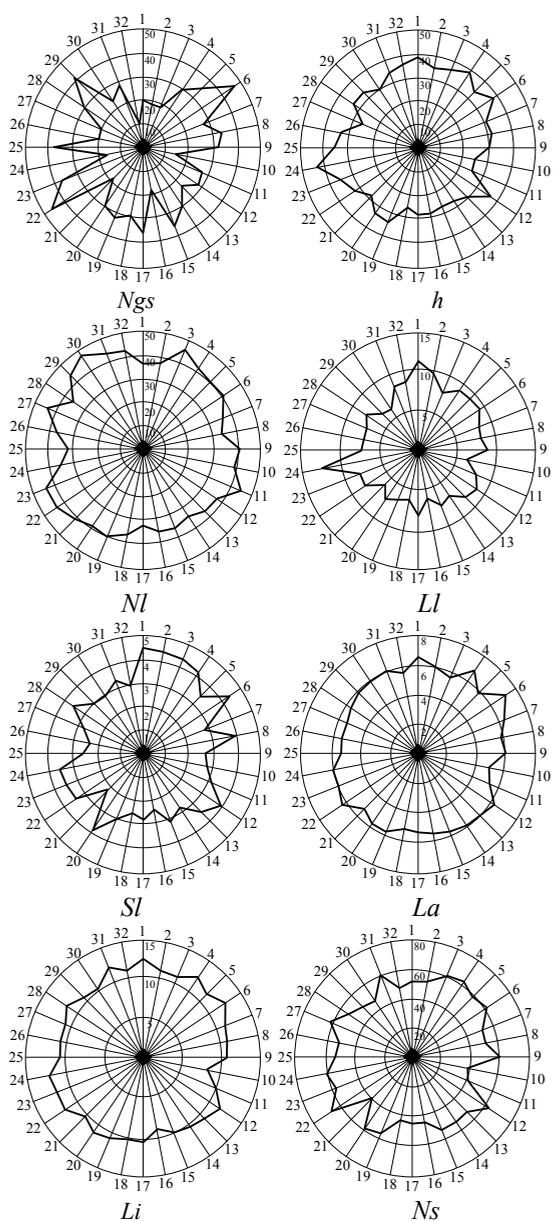


Рис. 4. Морфограммы структуры основных параметров особей *Hordeum jubatum* в ценопопуляциях (1 – 32 – номер ценопопуляции, см. табл. 1; обозначения параметров см. раздел «Материал и методы»)

составляет 0.36 – 0.50. Эти ценопопуляции приурочены преимущественно к более увлажненным местообитаниям, с оптимальными климатическими характеристиками, в различных экологических условиях – от солонцеватых местообитаний до улиц населенных пунктов. В ЦП 12, расположенной на солонцеватом местообитании в черте г. Баймак, и ЦП 24, отмеченной по берегу Ириклинского водохранилища, полностью отсутствуют особи низшего класса. Эти ценопопуляции имеют максимальные параметры по большинству морфометрических признаков. ЦП 5 отнесена к равновесной. Остальные исследованные ценопопуляции относятся к депрессивным, качество популяции составляет от 0 до 0.30. Произрастают они преимущественно на обочинах дорог. В шести популяциях отмечено полное отсутствие особей с высоким виталитетом.

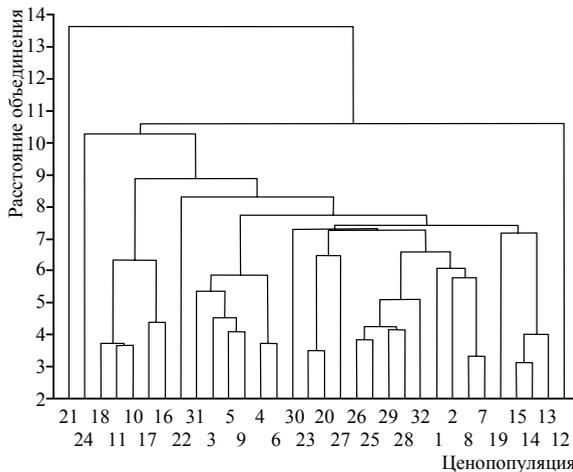


Рис. 5. Дендрограмма различий выборок *Hordeum jubatum* по средневыворочным значениям морфометрических параметров растений (номер ценопопуляции см. табл. 1)

на обочинах дорог. В шести популяциях отмечено полное отсутствие особей с высоким виталитетом.

Таблица 2

Распределение особей *Hordeum jubatum* по классам виталитета

№ ЦП	Относительная частота размерных классов			Качество популяции, Q	Виталитетный тип ЦП
	c	b	a		
1	2	3	4	5	6
12	0	0.16	0.84	0.50	Процветающая
24	0	0.20	0.80	0.50	То же
1	0.04	0.16	0.80	0.48	»
6	0.04	0.16	0.80	0.48	»
4	0.04	0.16	0.80	0.48	»
31	0.04	0.48	0.48	0.48	»
23	0.08	0.20	0.72	0.46	»
20	0.08	0.48	0.44	0.46	»
25	0.12	0.40	0.48	0.44	»
28	0.12	0.44	0.44	0.44	»
22	0.12	0.52	0.36	0.44	»
3	0.16	0.24	0.60	0.42	»
32	0.16	0.32	0.52	0.42	»
2	0.20	0.24	0.56	0.40	»
26	0.24	0.40	0.36	0.38	»
8	0.24	0.52	0.24	0.38	»
19	0.28	0.24	0.48	0.36	»

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
5	0.36	0.20	0.44	0.32	Равновесная
7	0.40	0.36	0.24	0.30	Депрессивная
29	0.40	0.20	0.40	0.30	То же
27	0.44	0.56	0	0.28	»
13	0.48	0.48	0.04	0.26	»
9	0.52	0.40	0.08	0.24	»
30	0.60	0.24	0.16	0.20	»
15	0.72	0.24	0.04	0.14	»
17	0.80	0.20	0	0.10	»
11	0.80	0.20	0	0.10	»
18	0.80	0.16	0.04	0.10	»
21	0.80	0.12	0.08	0.06	»
14	0.84	0.16	0	0.08	»
10	0.96	0.04	0	0.02	»
16	1.00	0	0	0	»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Североамериканский инвазионный вид *Hordeum jubatum* L. является одним из активно прогрессирующих инвазионных видов на территории Южного Урала, быстро расселяющихся не только в нарушенных, но и в естественных местообитаниях. Данный вид включен в Черный список флоры Республики Башкортостан и Черную книгу флоры Средней России. Исследованные ЦП *Hordeum jubatum* произрастают в нескольких типах растительных сообществ: ассоциация *Polygono avicularis-Hordeetum jubati* Abramova, Golovanov 2016, дериватное сообщество *Hordeum jubatum-Juncus gerardii* [Scorzonero-Juncetalia gerardii], дериватное сообщество *Hordeum jubatum-Poa pratensis* [Cynosurion], дериватное сообщество *Hordeum jubatum* [Artemisietea vulgaris/Stellarietea mediae].

Из 32 исследованных ценопопуляций вида по большинству морфометрических параметров как вегетативной, так и генеративной сферы, лидирует ненарушенная ценопопуляция Оренбургской области (ЦП 24), где сформировались наиболее благоприятные для вида условия произрастания. Также высокие значения параметров имеют ЦП 6 и ЦП 22, произрастающие на слабо нарушенных местообитаниях. Минимальные значения по всем параметрам отмечены в сильно нарушенной ЦП 10. Распределение особей *Hordeum jubatum* по классам виталитета показало, что в 17 ценопопуляциях отмечено преобладание особей высшего и промежуточного классов, и они отнесены к категории процветающих. Индекс качества ЦП здесь максимален и составляет 0.36 – 0.50. Одна ценопопуляция равновесная. Остальные исследованные ценопопуляции относятся к депрессивным, качество популяции составляет от 0 до 0.30. По результатам кластерного анализа в наибольшей степени отличны от всего массива данных три ценопопуляции (ЦП 12, 21 и 24), расположенные в разных географических зонах и имеющие максимальные или минимальные значения по большинству морфометрических параметров.

Необходим дальнейший мониторинг очагов инвазии и распространения *Hordeum jubatum* по территории Южного Урала, поскольку он занимает все боль-

шие площади в степной зоне, что приводит к замещению естественных степных и солончаковых сообществ на дериватные (замещающие), что в корне меняет природные экосистемы и приводит к их флористическому загрязнению. Широкий экологический диапазон вида позволяет ему произрастать по всему Южному Уралу, в разных географических условиях, включая горно-лесную зону, где он в отличие от степной зоны не образует обширных ценопопуляций и, как правило, имеет более низкие значения морфологических параметров. Экологический оптимум вида расположен в благоприятных для него условиях по берегам различных водоёмов в степной зоне, где ценопопуляции имеют максимальные параметры по большинству морфометрических признаков.

Сдерживание процесса инвазии *Hordeum jubatum* на сегодня представляет большую сложность, поскольку нет разработанных методов борьбы с этим чужеродным видом. Как показывают исследования других авторов (Селедец, Пробатова, 2016; Цветков, 1991), ячмень гривастый, внедрившись в природные сообщества, становится обычным компонентом экосистем, и вытеснить его из сообществ не представляется возможным, особенно из сообществ по берегам водоёмов, так как водоохранная зона не позволяет применять химические средства защиты. Поэтому важное значение приобретает предотвращение его распространения на новые территории, контроль за железнодорожными и автомобильными путями инвазии, по которым происходит занос вида.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17-04-00371), Программы Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России» и в рамках государственного задания Южно-Уральского ботанического сад-института Уфимского федерального исследовательского центра РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абрамова Л. М., Голованов Я. М. Инвазивные виды Республики Башкортостан : «черный список», библиография // Изв. Уфим. науч. центра РАН. 2016 а. № 2. С. 54 – 61.
- Абрамова Л. М., Голованов Я. М. Классификация сообществ с инвазивными видами на Южном Урале. III. Сообщества с *Bidens frondosa*, *Hordeum jubatum* и *Urtica cannabina* // Растительность России. 2016 б. № 28. С. 13 – 27.
- Атлас Республики Башкортостан / под ред. И. М. Яппарова. Уфа : Башкортостан, 2005. 420 с.
- Баймурзина З. М., Абрамова Л. М., Крюкова А. В. К характеристике ценопопуляций *Hordeum jubatum* L. в Предуралье Республики Башкортостан // Вестн. Удмурт. гос. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2016. Т. 26, № 4. С. 86 – 90.
- Баймурзина З. М., Абрамова Л. М., Янтурин С. И. К биологии инвазивного вида *Hordeum jubatum* L. в Зауралье Республики Башкортостан // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2017. Т. 17, вып. 2. С. 189 – 192.
- Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России. М. : ГЕОС, 2010. 494 с.
- Голубев В. Н. Основы биоморфологии травянистых растений центральной лесостепи // Тр. Центр.-чернозем. заповедника им. В. В. Алехина. Воронеж, 1962. Вып. 7. 602 с.
- Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценогических популяций растений : учеб.-метод. пособие. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1989. 146 с.
- Проскурякова Г. М. О количественных соотношениях доминантов степной растительности Большого Балхана // Бот. журн. 1968. Т. 53, № 4. С. 524 – 530.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ИНВАЗИОННОГО ВИДА

Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. Бот. ин-та АН СССР. Сер. III (Геоботаника). 1950. Вып. 6. С. 7 – 204.

Селедец В. П., Пробатова Н. С. Эколого-фитоценологические позиции *Hordeum jubatum* (Poaceae) на Дальнем Востоке России // Растительный мир Азиатской России. 2016. № 2 (22). С. 36 – 43.

Синская Е. Н. О категориях и закономерностях изменчивости в популяциях высших растений // Проблемы популяций у высших растений. Л.: Сельхозиздат, 1963. Вып. 2. С. 3 – 15.

Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. М.: Бином-Пресс, 2008. 512 с.

Цветков М. Л. Натурализация *Hordeum jubatum* (Poaceae) в Алтайском крае // Сиб. экол. журн. 1991. № 2. С. 10 – 14.

Alexander J. M., Kueffer C., Lembrechts J. J., Cavieres L. A., Pauchard A., Daehler C., Haider S., Liu G., McDougall K., Milbau A., Rew L. J., Seipel T. Plant invasions into mountains and alpine ecosystems : current status and future challenges // Alpine Botany. 2016. Vol. 126, № 2. P. 89–103.

Braun M., Schindler S., Essl F. Distribution and management of invasive alien plant species in protected areas in Central Europe // J. for Nature Conservation. 2016. Vol. 33. P. 48 – 57.

Chytrý M., Wild J., Pyšek P., Jarošík V., Pergl J., Dendoncker N., Reginster I., Pino J., Maskell L. C., Vilà M., Kühn I., Spangenberg J. H., Settele J. Projecting trends in plant invasions in Europe under different scenarios of future land-use change // Global Ecology and Biogeography. 2012. Vol. 21, № 1. P. 75 – 87.

Fridley J. D. Plant invasions across the northern hemisphere : a deep-time perspective // Annals of the New York Academy of Sciences. 2013. Vol. 1293, № 1. P. 8 – 17.

Pergl J., Sádlo J., Petrušek A., Laštůvka Z., Musil J., Perglová I., Šanda R., Šefrová H., Šíma J., Vohralík V., Pyšek P. Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy // NeoBiota. 2016. Vol. 28. P. 1 – 37.

Pyšek P., Pergl J., Essl F., Lenzner B., Dawson W., Kreft H., Weigelt P., Winter M., Kartesz J., Nishino M., Antonova L. A., Barcelona J. F., Cabezas F. J., Cárdenas D., Cárdenas-Toro J., Castaño N., Chacón E., Chatelain C., Dullinger S., Ebel A. L., Figueiredo E., Fuentes N., Genovesi P., Groom Q. J., Henderson L., Kupriyanov I. A., Masciadri S., Meerman N. M. J., Morozova O., Moser D., Nickrent D. L., Nowak P. M., Pagad S., Patzelt A., Pelsner P. B., Seebens H., Shu W. S., Thomas J., Velayos M., Weber E., Wieringa J. J., Baptiste M. P., Kleunen M. V. Naturalized alien flora of the world: species diversity, taxonomic and phylogenetic patterns, geographic distribution and global hotspots of plant invasion // Preslia. 2017. Vol. 89. P. 203 – 274.

Pyšek P., Richardson D. M. Invasive species, environmental change and management, and health // Annual Review of Environment and Resources. 2010. Vol. 35. P. 25 – 55.

Richardson D. M., Pyšek P. Naturalization of introduced plants : ecological drivers of biogeographic patterns // New Phytologist. 2012. Vol. 196, iss. 2. P. 383 – 396.

Schrader G., Unger J.-G., Starfinger U. Invasive alien plants in plant health : a review of the past ten years // PPO Bulletin. 2010. Vol. 40, iss. 2. P. 239 – 247.

Stohlgren T. J., Pyšek P., Kartesz J., Nishino M., Pauchard A., Winter M., Pino J., Richardson D. M., Wilson J. R. U., Murray B. R., Phillips M. L., Ming-yang L., Celesti-Grappow L., Font X. Widespread plant species : natives versus aliens in our changing world // Biological Invasions. 2011. Vol. 13, № 9. P. 1931 – 1944.

Wagner V., Chytrý M., Jiménez-Alfaro B., Knollová I., Pergl J., Pyšek P., Hennekens S., Schaminée J. H. J., Biurrun I., García-Mijangos I., Campos J. A., Berg C., Vassilev K., Rodwell J. S., Škvorc Ž., Jandt U., Ewald J., Jansen F., Tsiripidis I., Botta-Dukát Z., Casella L., Attorre F., Rašomavičius V., Čušterevska R., Schaminée H. J., Brune J., Lenoir J., Svenning J. C., Kački Z., Petrášová-Šibíková M., Šilc U., García-Mijangos I., Campos J. A., Fernández-González F., Wohlgemuth T., Onyshchenko V., Pyšek P. Alien plant invasions in European woodlands // Diversity and Distributions. 2017. Vol. 23, iss. 9. P. 969 – 981.

Л. М. Абрамова, А. Н. Мустафина, Я. М. Голованов и др.

**SOME FEATURES OF THE BIOLOGY AND ECOLOGY
OF THE INVASIVE SPECIES *HORDEUM JUBATUM* L.
(POACEAE, LILIOPSIDA) IN THE SOUTHERN URAL**

**Larisa M. Abramova, Alfiya N. Mustafina, Yaroslav M. Golovanov,
Zukhra M. Baymurzina, and Anastasiya V. Kryukova**

*South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences
195/3 Mendeleev Str., Ufa 450080, Russia
E-mail: alfverta@mail.ru*

Received 19 April 2018, revised 17 November 2018, accepted 25 November 2018

Abramova L. M., Mustafina A. N., Golovanov Ya. M., Baymurzina Z. M., Kryukova A. V. Some Features of the Biology and Ecology of the Invasive Species *Hordeum jubatum* L. (Poaceae, Liliopsida) in the Southern Ural. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2019, no. 1, pp. 3 – 16 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-1-3-16>

The results of our study of the invasive species *Hordeum jubatum* L. in various ecologico-geographical conditions of the Southern Urals are presented. 32 coenopopulations of the species in the Bashkir Cis-Ural and Trans-Ural regions, the Orenburg and Chelyabinsk regions were investigated. The populations studied were revealed to belong to several types of vegetation communities, namely: the *Polygono avicularis-Hordeetum jubati* association, the derivate community *Hordeum jubatum* [*Scorzonero-Juncetea gerardii*], the derivate community *Hordeum jubatum* [*Cynosurion*], and the derivate community *Hordeum jubatum* [*Artemisietea vulgaris* / *Stellarietea mediae*]. Our studying of key morphometric parameters has shown that the undisturbed coenopopulation Zamorskoye-1 (the Orenburg region) was in the lead, where the growth conditions were favorable for the species. The most variable morphometric parameters among the populations are as follows: the number of generative shoots, the leaf length, and the quantity of seeds. In seventeen prospering coenopopulations the prevalence of highest-class individuals was noted, they were located in the undisturbed or weakly disturbed habitats, one coenopopulation was attributed to equilibrium ones, and the others were depressive. By the results of our cluster analysis, three coenopopulations located in different geographical zones and having the maximum or minimum values in the majority of their morphometric parameters are most different from the total data set. Further monitoring of the centers of invasion and distribution of *Hordeum jubatum* across the territory of the Southern Urals is necessary.

Key words: *Hordeum jubatum*, invasive species, South Ural, morphometric parameters, vitality structure.

DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-1-3-16>

Acknowledgments. This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project No. 17-04-00371), the Programs of the Presidium of the Russian Academy of Sciences “Biodiversity of natural systems and biological resources of Russia” and within the government job of the South Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences.

REFERENCES

- Abramova L. M., Golovanov Ya. M. Invasive species of the Republic of Bashkortostan: "black list", bibliography. *Proceedings of the RAS Ufa Scientific Centre*, 2016, no. 2, pp. 54–61 (in Russian).
- Abramova L. M., Golovanov Ya. M. Classification of communities with alien species on the South Urals. III. Communities with *Bidens frondosa*, *Hordeum jubatum* and *Urtica cannabina*. *Vegetation of Russia*, 2016, no. 28, pp. 13–27 (in Russian).
- Atlas of the Bashkortostan Republic*. Yapparova I. M., ed. Ufa, Bashkortostan Publ., 2005. 420 p. (in Russian).
- Baymurzina Z. M., Abramova L. M., Kryukova A. V. To the characteristic of price populations of *Hordeum jubatum* L. in the Urals of the Bashkortostan Republic. *Bulletin of Udmurt University, Ser. Biology. Earth Sciences*, 2016, vol. 26, no. 4, pp. 86–90 (in Russian).
- Baymurzina Z. M., Abramova L. M., Yanturin S. I. *Hordeum jubatum* L. to the species invasive in the Trans-Urals Republic of Bashkortostan. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Chemistry. Biology. Ecology*, 2017, vol. 17, iss. 2, pp. 189–192 (in Russian).
- Vinogradova Yu. K., Mayorov S. R., Khorun L. V. *Chernaya kniga flory Srednej Rossii* [Black book of flora of Central Russia]. Moscow, GEOS Publ., 2010. 494 p. (in Russian).
- Golubev V. N. Osnovy biomorfologii travyanistykh rasteniy tsentralnoy lesostepi [Fundamentals of Biomorphology of Grassy Plants of Central Forest-Steppe]. *Proceedings of the Central Chernozem Reserve named after V. V. Alekhin*. Voronezh, 1962, iss. 7. 602 p. (in Russian).
- Zlobin Yu. A. *Principy i metody izucheniya cenoticheskikh populyacij rastenij: ucheb.-metod. posobie* [Principles and methods of studying cenotical populations of plants: teaching and methodical textbook]. Kazan, Izdatel'stvo Kazanskogo universiteta, 1989. 146 p. (in Russian).
- Proskuryakova G. M. On quantitative relations of dominants of steppe vegetation of the Big Balkhan. *Botanicheskii zhurnal*, 1968, vol. 53, no. 4, pp. 524–530 (in Russian).
- Rabotnov T. A. Vital Cycle of Perennial Grasses in Meadow Coenosis. *Acta Instituti Botanici nomine V. L. Komarovii Academiae Scientiarum URSS, Ser. III (Geobotanica)*, 1950, iss. 6, pp. 7–204 (in Russian).
- Seledets V. P., Probatova N. S. Ecological and phytocenotic positions of *Hordeum jubatum* (Poaceae) in the Far East of Russia. *Flora of Asian Russia*, 2016, no. 2 (22), pp. 36–43 (in Russian).
- Sinskaya E. H. On categories and regularities of variability in populations of higher plants. *Problemy populyaciy u vysshih rasteniy* [Problems of populations and vascular plants]. Leningrad, Selkhozizdat Publ., 1963, iss. 2, pp. 3–15 (in Russian).
- Halafyan A. A. *STATISTICA 6. Statistical analysis of data*. 3th ed. Moscow, "Binom-Press" Publ., 2008. 512 p. (in Russian).
- Tsvetkov M. L. Naturalization of *Hordeum jubatum* (Poaceae) in the Altai Territory. *Contemporary Problems of Ecology*, 1991, no. 2, pp. 10–14 (in Russian).
- Alexander J. M., Kueffer C., Lembrechts J. J., Cavieres L. A., Pauchard A., Daehler C., Haider S., Liu G., McDougall K., Milbau A., Rew L. J., Seipel T. Plant invasions into mountains and alpine ecosystems: current status and future challenges. *Alpine Botany*, 2016, vol. 126, no. 2, pp. 89–103.
- Braun M., Schindler S., Essl F. Distribution and management of invasive alien plant species in protected areas in Central Europe. *J. for Nature Conservation*, 2016, vol. 33, pp. 48–57.
- Chytrý M., Wild J., Pyšek P., Jarošík V., Pergl J., Dendoncker N., Reginster I., Pino J., Maskell L. C., Vilà M., Kühn I., Spangenberg J. H., Settele J. Projecting trends in plant invasions in Europe under different scenarios of future land-use change. *Global Ecology and Biogeography*, 2012, vol. 21, no. 1, pp. 75–87.
- Fridley J. D. Plant invasions across the northern hemisphere: a deep-time perspective. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2013, vol. 1293, no. 1, pp. 8–17.

Pergl J., Sádlo J., Petrusek A., Laštůvka Z., Musil J., Perglová I., Šanda R., Šefrová H., Šíma J., Vohralík V., Pyšek P. Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. *NeoBiota*, 2016, vol. 28, pp. 1–37.

Pyšek P., Pergl J., Essl F., Lenzner B., Dawson W., Kreft H., Weigelt P., Winter M., Kartesz J., Nishino M., Antonova L. A., Barcelona J. F., Cabezas F. J., Cárdenas D., Cárdenas-Toro J., Castaño N., Chacón E., Chatelain C., Dullinger S., Ebel A. L., Figueiredo E., Fuentes N., Genovesi P., Groom Q. J., Henderson L., Kupriyanov I. A., Masciadri S., Meerman N. M. J., Morozova O., Moser D., Nickrent D. L., Nowak P. M., Pagad S., Patzelt A., Pelser P. B., Seebens H., Shu W. S., Thomas J., Velayos M., Weber E., Wieringa J. J., Baptiste M. P., Kleunen M. V. Naturalized alien flora of the world: species diversity, taxonomic and phylogenetic patterns, geographic distribution and global hotspots of plant invasion. *Preslia*, 2017, vol. 89, pp. 203–274.

Pyšek P., Richardson D. M. Invasive species, environmental change and management, and health. *Annual Review of Environment and Resources*, 2010, vol. 35, pp. 25–55.

Richardson D. M., Pyšek P. Naturalization of introduced plants : ecological drivers of biogeographic patterns. *New Phytologist*, 2012, vol. 196, iss. 2, pp. 383–396.

Schrader G., Unger J.-G., Starfinger U. Invasive alien plants in plant health: a review of the past ten years. *PPO Bulletin*, 2010, vol. 40, iss. 2, pp. 239–247.

Stohlgren T. J., Pyšek P., Kartesz J., Nishino M., Pauchard A., Winter M., Pino J., Richardson D. M., Wilson J. R. U., Murray B. R., Phillips M. L., Ming-yang L., Celesti-Grapow L., Font X. Widespread plant species: natives versus aliens in our changing world. *Biological Invasions*, 2011, vol. 13, no. 9, pp. 1931–1944.

Wagner V., Chytrý M., Jiménez-Alfaro B., Knollová I., Pergl J., Pyšek P., Hennekens S., Schaminée J. H. J., Biurrun I., García-Mijangos I., Campos J. A., Berg C., Vassilev K., Rodwell J. S., Škvorec Ž., Jandt U., Ewald J., Jansen F., Tsiripidis I., Botta-Dukát Z., Casella L., Attorre F., Rašomavičius V., Cušterevska R., Schaminée H. J., Brune J., Lenoir J., Svenning J. C., Kačeki Z., Petrášová-Šibíková M., Šilc U., García-Mijangos I., Campos J. A., Fernández-González F., Wohlgemuth T., Onyshchenko V., Pyšek P. Alien plant invasions in European woodlands. *Diversity and Distributions*, 2017, vol. 23, iss. 9, pp. 969–981.